

# ケイ酸質肥料の施肥時期が水稻の生育に及ぼす影響

三宅靖人・宮田将彦<sup>\*</sup>・花房徳治  
(汎用耕地部門)

## 緒 言

多肥密植栽培で多収をめざす我が国の稲作でケイ酸質肥料の効果が認められた結果、必須元素でないケイ酸が肥料として使用されるようになった。水稻はケイ酸を積極的に吸収利用する能力があり、代表的なケイ酸集積植物であって、茎葉中のケイ酸含量は  $\text{SiO}_2$  10 - 20 % 対乾物と極めて高い。そこで水稻栽培におけるケイ酸質肥料の施肥量は 150 - 200 kg / 10a と多量が施肥されている。そして現在施肥されているケイ酸質肥料は、ケイカルなど製鉄スラッグで重く、したがって耕起前施用が一般に行われている。一方水耕試験の結果、水稻の生育に対するケイ酸の効果は、生育の前半の栄養生長期よりもむしろ生育の後半の生殖生長

期に顕著に認められている<sup>1)</sup>。そこでケイ酸質肥料の施肥時期が水稻の生育に与える影響について検討した。

## 材料と方法

試験は 1988 年に岡山大学農学部附属農場の水田で行った。1区面積 100  $\text{m}^2$  とし、各区に 6 か所の調査地点を設けた。供試土壌は土性 LiC の細粒灰褐系低地土であった。試験計画は第 1 表に示した。6 月 15 日、ポット育苗した成苗 (5.0 - 5.5 葉, 3 - 4 粒 / ポット, 播種量 2 kg / 10a), 品種アケボノを 2 条田植機を用いて、湛水状態とした水田に移植した。施肥の概要は第 2 表に、防除作業の概要は第 3 表に示した。

第 1 表 試験計画

試 験 区	ケイカル施肥量	添加ケイ酸量	施 肥 期
	kg / 10a	$\text{SiO}_2$ kg / 10a	( ) 内はケイカル量 kg / 10a
栄養生長期施肥区	200	70	6 月 22 日 (57), 7 月 7 日 (143)
生殖生長期施肥区	200	70	8 月 3 日 (67), 8 月 14 日 (67), 8 月 29 日 (67)

第 2 表 施肥設計

施 肥 月 日	施 肥 量 kg / 10a			備 考
	N	$\text{P}_2\text{O}_5$	$\text{K}_2\text{O}$	
6 月 20 日	2.1	20.0	2.1	元 肥
7 月 7 日	4.2	—	4.2	追 肥
8 月 14 日	5.3	—	7.1	穂 肥
9 月 12 日	2.1	—	6.3	実 肥
計	13.7	20.0	19.7	

<sup>\*</sup> 作物栄養管理学研究室

第3表 防除作業の概要

薬 剤 名		使用量 kg/10a	散 布 月 日
除 草 剤	プッシュ 17 粒剤	3. 0	6月23日
殺虫・殺菌剤	アルフェート M 粒剤	3. 0	7月 1 日
	パダン粉剤	3. 0	8月 3 日
	バリダシン粉剤	3. 0	8月17日
	レルダンアブロード DL 粉剤	3. 5	8月19日
	ヒノバイマク DL 粉剤	3. 5	8月30日
	ヒノバイマク DL 粉剤	3. 5	9月 7 日

第4表 収 量

試 験 区	わら乾物重 (kg/10a)	精玄米重※ (kg/10a)	屑米重※ (kg/10a)	精玄米 わら比
栄養生長期施肥区	571.8 ± 27.7	453.3 ± 16.6	43.1 ± 6.9	79
生殖生長期施肥区	605.4 ± 27.7	492.0 ± 16.6	26.0 ± 6.9	81

※5%水準で有意

第5表 収穫時における諸形質

試験区	穂長※ (cm)	穂重※ (g)	登熟歩合※ (%)	千粒重 (g)	穂数 (/m <sup>2</sup> )	粒数※ (/穂)
栄養生長期施肥区	19.5	2.2	84.2	24.6	305	75
生殖生長期施肥区	21.5	2.6	92.8	24.6	274	80

※5%水準で有意

## 結果と考察

## 収量及び収穫時における諸形質

収量及び収穫時における諸形質を第4表及び第5表に示した。それらについて分散分析すると精玄米重、屑米重、穂長、穂重、登熟歩合、穂数、一穂粒数に5%水準で有意差が認められた。穂長、穂重は栄養生長期施肥区に比べ生殖生長期施肥区が高い傾向を示した。収量構成要素では生殖生長期施肥区に対して、栄養生長期施肥区は穂数が高い値を示した。穂数は栄養生長期に決定されるため、この時期にケイカルを十分に施肥したことが影響したものと考えられる。しかし、生殖生長期施肥

区は栄養生長期施肥区に対して、登熟歩合、一穂粒数で高い値を示し、その結果として、生殖生長期施肥区は栄養生長期施肥区に比べ水稻収量の増加が認められた。千粒重については両区の間には差はなかった。

以上の結果から、生殖生長期でケイカルを十分量施肥した結果、栄養生長期において施肥した場合に比べ水稻の穂数は低下したが、登熟歩合、一穂粒数が増加し水稻の収量の増加につながったものと考えられる。水耕法による結果、ケイ酸を水稻の生育前期に添加せず生育後期に添加すると、生育前期に添加し生育後期に添加しなかった場合に

第6表 8月13日採取試料中の無機成分含有率

試験区		SiO <sub>2</sub> %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	K <sub>2</sub> O %	CaO %	MgO %
葉身	栄養生長期施肥区	9.13	0.23	2.59	0.61	0.11
	生殖生長期施肥区	7.93	0.27	2.62	0.66	0.12
葉鞘 + 茎	栄養生長期施肥区	8.20	0.21	2.32	0.26	0.08
	生殖生長期施肥区	7.53	0.22	2.17	0.21	0.07

第7表 収穫時の水稻体中の無機成分含有率

試験区		SiO <sub>2</sub> %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	K <sub>2</sub> O %	CaO %	MgO %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ppm	Mn <sub>3</sub> O <sub>4</sub> ppm
籾穀	栄養生長期施肥区	17.36	0.09	0.40	0.14	0.04	86	143
	生殖生長期施肥区	18.73	0.09	0.36	0.14	0.04	77	158
葉身	栄養生長期施肥区	13.40	0.09	0.91	0.95	0.05	123	764
	生殖生長期施肥区	15.28	0.08	0.90	0.96	0.04	134	796
葉鞘	栄養生長期施肥区	15.13	0.06	1.65	0.25	0.07	89	477
	生殖生長期施肥区	16.85	0.06	1.60	0.25	0.07	124	485
茎	栄養生長期施肥区	6.40	0.07	3.11	0.25	0.05	81	348
	生殖生長期施肥区	6.00	0.07	3.34	0.20	0.05	99	282

比べ、穂数の低下が認められたが、一穂粒数及び登熟歩合の増加が認められた結果、穀実収量も増加したという報告がある<sup>9)</sup>。圃場レベルで行った本試験においても同様な結果が得られた。

#### 植物体分析結果

8月13日に採取した試料中の無機成分含有率を第6表に、収穫時に採取した試料中の無機成分含有率を第7表に示した。

ケイ酸：ケイ酸含有率はモミガラが最も高く、葉身、葉鞘がこれに次ぎ、通導組織の茎が最も低く、ケイ酸が蒸散の盛んな部位に蓄積することが認められた。ケイ酸は他の成分と異なり、8月13日に採取した試料よりも収穫時の試料のケイ酸含有率が高くなっていた。水稻が通常、吸収するケイ酸は分子状で、水稻体中で濃縮され、茎葉中のケイ酸はゲル化し一度蓄積したケイ酸は移動しないことが知られている<sup>2)</sup>。また、生育後期に形成され

るモミガラのケイ酸含有率が他の部位に比べ、最も高い値を示しており、ケイ酸集積は生育後期に著しくなることが認められた。

モミガラ、葉身のケイ酸含有率は栄養生長期施肥区に比べ生殖生長期施肥区で高い値を示した。ケイ酸は蒸散流により運ばれ、蒸散の盛んな部位に蓄積することが知られている<sup>2)</sup>。そして蒸散は生育後期に盛んとなることから、モミガラ、葉身のケイ酸含有率が栄養生長期施肥区に比べ、生殖生長期施肥区で高い値を示したことは水稻は栄養生長期に比べ生殖生長期にケイ酸吸収能が高いことを示していると思われ、圃場レベルにおいても栄養生長期よりも生殖生長期でのケイ酸添加がより有効であると考えられる。

リン酸：リン酸含有率は各区分に著しい差はなかった。ケイカルは石灰肥料としても有効であり、酸性土壌を中和する効果の他に、ケイカルのように

なケイ酸塩は、施肥リン酸の固定を軽減させ、土壌のリン酸の有効化に効果があるといわれている。しかし、本試験では認められなかった。8月13日採取試料と収穫時の試料の籾殻及び葉身でケイ酸含有率とリン酸含有率に負の相関が認められた。このことはケイ酸増施による乾物生産の増大のため、リン酸含有率が低下したとも考えられるが、奥田・高橋<sup>9)</sup>はケイ酸添加により水稻のリン酸吸収が抑制されたと報告しており、ケイ酸含有率とリン酸含有率の負の相関はこのことと関連しているとも思われる。

その他の成分：ケイ酸添加は鉄及びマンガンの吸収を抑制することが認められているが、鉄及びマンガン含有率とケイ酸含有率にそのような関係は認められなかった。カリウム、カルシウム、マグネシウム含有率にも両区間に著しい差は認められず、ケイ酸の影響はリン酸の場合ほど明らかでなかった。

#### 土壌分析結果

土壌pH及び土壌中の可給態ケイ酸量を第8表に示した。土壌pHは原土では表層土で5.9、下層土で6.1と弱酸性を示したが、跡地土壌では、ケイカル処理によって栄養生長期施肥区では表層土で6.0、下層土7.0、生殖生長期施肥区では表層土で5.9、下層土6.4とわずかながら土壌pHが上昇していた。水稻はある程度の酸性を最適とする作物であるが、この程度の土壌pHの上昇では水稻の生育には影響はないと思われる。

pH4酢酸buffer法は通常の土壌中に存在する可給態ケイ酸量を知るために考案されたもので、ケイ酸質肥料を施肥した場合には可給態ケイ酸量が異常に高い値を示す場合があることが知られてい

る。今泉ら<sup>4)</sup>はpH4酢酸buffer法により浸出する可給態ケイ酸量が乾土100g当たり11mg以下の場合にケイ酸の効果が十分に期待されると述べているが、本試験の供試土壌は、ケイ酸の効果を期待するには土壌中の可給態ケイ酸量が非常に高い値を示した。

Incubation法は高橋・野中<sup>5)</sup>によりケイ酸質肥料を施肥した場合においても、水田のケイ酸供給力判定に有効な方法として提案されたものであり、原土壌についてみると土壌中の可給態ケイ酸量は乾土100g当たり12.3mgであった。高橋、野中はIncubation法により浸出する可給態ケイ酸量が乾土100g当たり約10.1~10.6mg以下の場合にケイ酸の効果が期待されると述べているが、本試験で供試した原土壌はそれよりも高い値を示した。

このように高い可給態ケイ酸量の土壌において水稻の生育収量にケイ酸質肥料の肥効が認められたのはなぜであろうか。本試験に供試した土壌は前年にもケイ酸質肥料を施肥しており、そのためpH4酢酸buffer法において原土壌の可給態ケイ酸量が高い値を示したとも考えられる。しかしIncubation法においても土壌の可給態ケイ酸量はケイ酸質肥料の効果が期待されると判断された値に比べ高い値を示した。河野ら<sup>6)</sup>はケイ酸資材施用に関する全国的とりまとめの中で、土壌の可給態ケイ酸量が乾土100g当たり11mg以上の場合にもケイ酸質肥料の効果がある水田が多いことは明らかであると述べている。また本試験で供試した土壌では過去にも土壌中の可給態ケイ酸量が乾土100g当たり30mgの場合にもケイ酸質肥料の効果が認められている<sup>7)</sup>。このように土壌中の可給態ケイ酸量が非常に高い場合にもケイ酸質肥料

第8表 土壌pH及び土壌中可給態ケイ酸量

供試土壌 (試験区跡地土壌 及び原土)	土壌pH		土壌中可給態ケイ酸量 (SiO <sub>2</sub> mg/乾土100g)			
			酢酸buffer法		Incubation法	
	表層土	下層土	表層土	下層土	表層土	下層土
栄養生長期施肥区	6.0	7.0	26.5	26.0	15.2	7.5
生殖生長期施肥区	5.9	6.4	28.2	42.5	13.8	11.6
原 土	5.9	6.1	20.5	—	12.3	—

の効果が現れるのは供試土壌の性格に起因するのではないかと考えられる。

### 摘 要

水稻の栽培においてケイ酸質肥料は、通常元肥として施肥されている。しかし水耕法による試験の結果、水稻は生殖生長期に十分なケイ酸を与えれば、全生育期間にケイ酸を与えた場合に匹敵する収量をあげたという報告がある。そこでケイ酸質肥料の施肥時期が生産段階の水稻の生育に及ぼす影響について検討を行った。

ケイカルを多量 (200kg/10a) に生殖生長期に施用した区は、同量のケイカルを栄養生長期に施用した区に比べ、栄養生長期に決定される穂数は低下したが、登熟歩合及び一穂粒数の増加により、精玄米重の増加が認められた。収穫時における水稻のケイ酸含有率は、ケイ酸質肥料を生殖生長期に施用した場合が、栄養生長期に施用した場合に

くらべて高い値を示し、水稻は栄養生長期に比べ生殖生長期により多くのケイ酸を吸収する傾向が認められた。

### 文 献

- 1) 奥田 東・高橋英一：土肥誌 32, 481 - 488 (1961)
- 2) 吉田昌一：土肥誌 31, 42 - 48 (1960)
- 3) 奥田 東・高橋英一：土肥誌 33, 65 - 69 (1962)
- 4) 今泉吉郎・吉田昌一：農技研報B 8, 261 - 304 (1986)
- 5) 高橋和夫・野中邦彦：土肥誌 57, 515 - 517 (1986)
- 6) 河野通佳：水稻における珪酸資材の施用効果 p.95, 珪酸石灰肥料協会 (1969)
- 7) 三宅靖人・高橋英一：土肥誌投稿中